



#3

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of :
Norio KIMURA et al. : Docket No. 2001-0163A
Serial No. 09/784,171 : Group Art Unit 3723
Filed February 16, 2001 :
POLISHING APPARATUS

CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119

Assistant Commissioner for Patents,
Washington, DC 20231

**THE COMMISSIONER IS AUTHORIZED
TO CHARGE ANY DEFICIENCY IN THE
FEES FOR THIS PAPER TO DEPOSIT
ACCOUNT NO. 23-0975**

Sir:

Applicants in the above-entitled application hereby claim the date of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 2000-038739, filed February 16, 2000, as acknowledged in the Declaration of this application.

A certified copy of said Japanese Patent Application is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Norio KIMURA et al.

By

Nils E. Pedersen
Registration No. 33,145
Attorney for Applicants

NEP/adb
Washington, D.C. 20006-1021
Telephone (202) 721-8200
Facsimile (202) 721-8250
April 25, 2001



日本特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

2000年 2月16日

出願番号
Application Number:

特願2000-038739

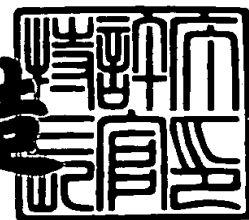
出願人
Applicant(s):

株式会社荏原製作所
株式会社東芝

2001年 2月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3006066

【書類名】 特許願
【整理番号】 EB2067P
【提出日】 平成12年 2月16日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 B24B 21/00
B24B 37/00
B24B 37/04
B28D 05/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作
所内

【氏名】 木村 憲雄

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田 8 番地 株式会社東芝 横
浜事業所内

【氏名】 奥村 勝弥

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田 8 番地 株式会社東芝 横
浜事業所内

【氏名】 矢野 博之

【特許出願人】

【識別番号】 000000239
【氏名又は名称】 株式会社 荏原製作所
【代表者】 前田 滋

【特許出願人】

【識別番号】 000003078
【氏名又は名称】 株式会社 東芝
【代表者】 西室 泰三

【代理人】

【識別番号】 100091498

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡邊 勇

【選任した代理人】

【識別番号】 100092406

【弁理士】

【氏名又は名称】 堀田 信太郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 026996

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9112447

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ポリッシング装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板を保持するトップリングと研磨面を有したターンテーブルとを備え、基板上に半導体デバイスを形成した面を前記研磨面に摺接させて研磨するポリッシング装置において、

前記ターンテーブルの外周部近傍の下方に、前記基板の被研磨面に形成された膜の厚さを測定する光学式測定器を設け、前記ターンテーブルの外周部には少なくとも 1 ヲ所の切欠きを設け、前記ターンテーブルの回転によって前記測定器からの投光が前記切欠きを通過して基板の被研磨面に入射し、該被研磨面からの反射光が前記切欠きを通過して前記測定器に入射するようにしたことを特徴とするポリッシング装置。

【請求項 2】 前記トップリングはターンテーブル上で半径方向内方と外方との間で揺動可能であり、該トップリングの揺動によって前記基板の被研磨面の外周縁から中心部に至るまでの部位に前記測定器からの投光が入射するようにしたことを特徴とする請求項 1 記載のポリッシング装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明はポリッシング装置に係り、特に半導体ウエハ等の基板を研磨する際、基板をトップリングに装着した状態で、基板の被研磨面に形成された絶縁膜や金属膜の膜厚をリアルタイムで連続的に検出することができるポリッシング装置に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年の半導体デバイスの高集積化に伴う配線の微細化、および多層化の要求によって、半導体基板の表面の平坦度が要求されている。この要求は、配線の微細化によって、光リソグラフィに用いる光の波長がより短いものを使用するようになり、このような短波長の光は基板上の焦点位置での許容される高低差がより小

さくなるためである。したがって、焦点位置での高低差が小さいこと、すなわち基板表面の高い平坦度が必要となってくる。

【0003】

このため、平坦面を得る手段として化学機械研磨（CMP）により半導体基板の表面の凹凸を除去することが行なわれている。そして、所定時間の研磨を行った後には、希望する位置で研磨を終了する必要がある。例えば、CuやAl等の金属配線の上にSiO₂等の絶縁層を残したい場合がある。この後の工程で絶縁層の上にさらに金属等の層を形成するため、このような絶縁層を層間膜と呼んでいる。この場合、研磨を必要以上に行うと、下層の金属膜が表面に露出してしまうため、層間膜を所定の膜厚だけ残すように研磨を終了しなければならない場合がある。

また、半導体基板上に予め所定パターンの配線用の溝を形成しておき、その中にCu（銅）又はその合金を充填した後に、表面の不要部分を化学機械研磨（CMP）により除去する場合がある。

【0004】

前記Cu層をCMPプロセスにより研磨する場合、配線用の溝内に形成されたCu層のみを残して半導体基板からCu層を選択的に除去することが必要とされる。即ち、Cu層を配線用の溝部以外の箇処では、絶縁膜（SiO₂などからなる）が露出するまで除去することが求められる。

この場合、過剰研磨となって、配線用の溝内のCu層を絶縁膜とともに研磨してしまうと、回路抵抗が上昇し、半導体基板全体を廃棄しなければならない、多大な損害となる。逆に、研磨が不十分で、Cu層が絶縁膜上に残ると、回路の分離がうまくいかず、短絡が起こり、その結果、再研磨が必要となり、製造コストが増大する。この事情は、Cu層に限らず、Al層等の他の金属膜を形成し、この金属膜をCMPプロセスで研磨する場合も同様である。

【0005】

そのため、CMPプロセスの終点を検出するために、ターンテーブルに隣接して投光素子と受光素子とを備えた光学式センサを設け、トップリングを横にずらして、トップリングに保持された半導体基板をターンテーブルの外周縁よりはみ

出させることにより、半導体基板の被研磨面を露出させて被研磨面に光学式センサより光を照射し、被研磨面上の絶縁膜や金属膜の膜厚を測定し、CMPプロセスの終点を検出する方法が提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した方法においては、半導体基板の研磨中に、常時、被研磨面上の絶縁膜や金属膜の膜厚を計測できないという問題点があった。

また、上述の方法によって半導体基板の被研磨面における最外周部から中心部に至るまでの箇所の膜厚を計測しようとする、半導体基板の表面の50%以上をターンテーブルからはみ出させる必要がある。この場合、トップリングは、ターンテーブルの上面の研磨面の傾きに追従可能なようにジンバル機構等の自在継手部を具備しているため、トップリングは傾き、半導体基板がターンテーブルのエッジ（縁部）に当たり半導体基板が割れてしまうことがあるという問題点があった。

【0007】

本発明は、上述の事情に鑑みなされたもので、研磨中に、半導体基板上の被研磨面に形成された絶縁膜や金属膜の膜厚をリアルタイムで連続した計測値として検出できるとともに半導体基板の表面をターンテーブルから過剰にはみ出させる必要がないポリッシング装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上述した目的を達成するため、本発明は、基板を保持するトップリングと研磨面を有したターンテーブルとを備え、基板上に半導体デバイスを形成した面を前記研磨面に摺接させて研磨するポリッシング装置において、前記ターンテーブルの外周部近傍の下方に、前記基板の被研磨面に形成された膜の厚さを測定する光学式測定器を設け、前記ターンテーブルの外周部には少なくとも1カ所の切欠きを設け、前記ターンテーブルの回転によって前記測定器からの投光が前記切欠きを通過して基板の被研磨面に入射し、該被研磨面からの反射光が前記切欠きを通過して前記測定器に入射するようにしたことを特徴とするものである。

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、研磨中に、ターンテーブルの回転によって、基板の被研磨面と測定器と切欠きが縦方向に 1 直線上に並び、測定器からの投光が切欠きを通過して基板の被研磨面に入射し、被研磨面からの反射光が切欠きを通過して測定器に入射する。これにより、被研磨面に形成された絶縁膜や金属膜の膜厚が測定でき、CMPプロセスの終点を検出できる。

【 0 0 1 0 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係るポリッシング装置の実施の形態を図 1 乃至図 5 を参照して説明する。

図 1 は、本発明のポリッシング装置の全体構成を示す縦断面図である。図 1 に示すように、ポリッシング装置は、ターンテーブル 1 と、半導体ウエハ 2 を保持しつつターンテーブル 1 に押圧するトップリング 3 とを具備している。ターンテーブル 1 はモータ（図示せず）に連結されており、矢印で示すようにその軸心回りに回転可能になっている。またターンテーブル 1 の上面には、研磨布 4 が貼設されている。研磨布 4 の上面は、研磨面を構成している。この研磨面は微細な砥粒（ CeO_2 等からなる）を樹脂等のバインダーで固めた固定砥粒板の上面であってもよい。

【 0 0 1 1 】

また、トップリング 3 は、モータ（図示せず）に連結されるとともに昇降シリンダ（図示せず）に連結されている。これによって、トップリング 3 は、矢印で示すように昇降可能かつその軸心回りに回転可能になっており、半導体ウエハ 2 を研磨布 4 に対して任意の圧力で押圧することができるようになっている。トップリング 3 はトップリングシャフト 8 に連結されており、またトップリング 3 はその下面にポリウレタン等の弾性マット 9 を備えている。またトップリング 3 の下部外周部には、半導体ウエハ 2 の外れ止めを行うガイドリング 6 が設けられている。

【 0 0 1 2 】

前記トップリングシャフト 8 はトップリングヘッド 15 に支持されており、ト

トップリングヘッド 1 5 は支持軸 1 6 に支持されている。支持軸 1 6 が回転すると、トップリングヘッド 1 5 は支持軸 1 6 を中心として揺動し、トップリング 3 はターンテーブル 1 上で半径方向外方と内方との間で揺動するようになっている。

また、ターンテーブル 1 の上方には研磨砥液ノズル 5 が設置されており、研磨砥液ノズル 5 によってターンテーブル 1 に貼設された研磨布 4 上に研磨砥液 Q が供給されるようになっている。

【 0 0 1 3 】

図 1 に示すように、ターンテーブル 1 の外周部近傍の下方には、半導体ウエハ 2 の被研磨面に形成された絶縁膜や金属膜の膜厚を測定する膜厚測定器 1 0 が設置されている。膜厚測定器 1 0 はフレーム等の固定部 1 1 に支持されている。そして、膜厚測定器 1 0 は配線 1 2 によってコントローラ 1 3 に接続されている。膜厚測定器 1 0 は、投光素子と受光素子を具備し、投光素子から半導体ウエハの被研磨面に光を照射し、被研磨面からの反射光を受光素子で受光するように構成されている。この場合、投光素子から発せられる光は、レーザー光もしくは L E D による光である。

【 0 0 1 4 】

図 2 は、図 1 に示すポリッシング装置のターンテーブルの平面図である。図示するように、ターンテーブル 1 には膜厚測定器 1 0 に対応した位置に切欠き 1 a が形成されている。この切欠き 1 a は、研磨されている半導体ウエハ 2 の外周縁のやや内方に対応する位置まで切込まれている。そして、膜厚測定器 1 0 は切欠き 1 a の内端近傍に位置している。図 2 において、符号 C_T はターンテーブル 1 の回転中心であり、符号 C_W は半導体ウエハ 2 の中心である。したがって、ターンテーブル 1 が一回転する毎に、膜厚測定器 1 0 の投光素子からの光が切欠き 1 a を通過して半導体ウエハ 2 の被研磨面に投光され、被研磨面からの反射光が膜厚測定器 1 0 の受光素子で受光される。そして、受光素子で受光された光は、コントローラ 1 3 により処理され、被研磨面上の膜厚が測定される。この場合、膜厚測定器 1 0 によって測定される半導体ウエハ 2 の被研磨面上の部位は、外周縁のやや内方にある部位である。

【 0 0 1 5 】

次に、膜厚検出器を用いて SiO_2 等の絶縁膜や Cu , Al 等の金属膜の膜厚を検出する原理を簡単に説明する。

本膜厚検出器に適用する膜厚測定の方法は、膜とその隣接媒体によって引き起こされる光の干渉を利用している。基板上の薄膜に光を入射すると、まず一部の光は膜の表面で反射され残りは透過していく。この透過した光の一部はさらに基板面で反射され、残りは透過していくが、基板が金属の場合には吸収されてしまう。干渉はこの膜の表面反射光と基板面反射光の位相差によって発生し、位相が一致した場合は互いに強め合い、逆になった場合は弱め合う。つまり入射光の波長、膜厚、膜の屈折率に応じて反射強度が変化する。基板で反射した光を回折格子等で分光し、各波長における反射光の強度をプロットしたプロファイルを解析して基板上に形成された膜の厚みを測定する。

【 0 0 1 6 】

次に、研磨中における半導体ウエハの被研磨面の膜厚をモニターする方法について、図 3 を参照して説明する。

上記構成のポリッシング装置において、トップリング 3 の下面に半導体ウエハ 2 を保持させ、半導体ウエハ 2 を回転しているターンテーブル 1 の上面の研磨布 4 に昇降シリンダにより押圧する。一方、研磨砥液ノズル 5 から研磨砥液 Q を流すことより、研磨布 4 に研磨砥液 Q が保持されており、半導体ウエハ 2 の被研磨面（下面）と研磨布 4 の間に研磨砥液 Q が存在した状態でポリッシングが行われる。

【 0 0 1 7 】

上述の研磨中に、図 3（a）に示すように、ターンテーブル 1 が 1 回転する毎に、膜厚測定器 10 の直上をターンテーブル 1 の切欠き 1 a が通過するため、膜厚測定器 10 の投光素子からの光が切欠き 1 a を通して半導体ウエハ 2 の被研磨面に到達し、被研磨面からの反射光が受光素子で受光され、被研磨面の膜厚が測定される。そして、研磨中に、上述の方法により、ターンテーブル 1 の回転毎に半導体ウエハ 2 の被研磨面の膜厚の測定が繰り返される。この場合、上述したように、膜厚測定器 10 によって測定される半導体ウエハ 2 の被研磨面は、外周縁のやや内方にある部位である。

【0018】

次に、支持軸16を回転させることにより、図3(b)に示すように、トップリングヘッド15を矢印A方向に揺動させ、トップリング3をターンテーブル1上でターンテーブル1の半径方向外方へ移動させる。これにより、半導体ウエハ2の被研磨面の半径方向の内方を膜厚測定器10により測定することができる。

【0019】

前記支持軸16を更に回転させることにより、図3(c)に示すように、トップリングヘッド15を矢印A方向に更に揺動させ、トップリング3をターンテーブル1上でターンテーブル1の半径方向外方へ更に移動させる。これにより、半導体ウエハ2の被研磨面の中心 C_W の近傍を膜厚測定器10により測定することができる。このとき、半導体ウエハ2の表面はターンテーブル1からあまりはみ出させなくて済む。すなわち、半導体ウエハ2の中心 C_W 、即ち、トップリング3の中心3cは、ターンテーブル1上に位置し、ジンバル機構を具備したトップリング3がターンテーブル1からはみ出して傾く恐れがない。

【0020】

図3(a)乃至図3(c)に示すように、トップリング3を切欠き1aの位置で、ターンテーブル1の半径方向内方と外方との間で揺動させることにより、膜厚検出器10によって半導体ウエハ2に形成された絶縁膜や金属膜の膜厚を半導体ウエハの外周縁から中心部に至るまでリアルタイムで連続した測定値として検出可能である。これにより、半導体ウエハ上の絶縁膜や金属膜の膜厚を常時モニターすることができ、所望の膜厚になったことを検出することにより、又は、膜厚が0(ゼロ)になったことを検出することにより、CMPプロセスの終点を正確に検出できる。

【0021】

図1乃至図3の実施の形態において、ターンテーブル1に形成される切欠き1aのターンテーブルの半径方向の奥行きL(図2参照)は、以下の条件を満たすような範囲で設定される。

1) トップリングが揺動していない状態で、切欠き1a内の膜厚検出器10が研磨中の半導体ウエハの被研磨面の中心から外周縁部までの間にある所定の部位

の膜厚が測定できる。

2) トップリングがターンテーブルの半径方向外方へ揺動した状態で、切欠き 1 a 内の膜厚検出器 1 0 が研磨中の半導体ウエハの被研磨面の中心部の膜厚が測定できる。ただし、トップリングが最大限揺動しても、半導体ウエハがターンテーブルからはみ出して露出する面積は被研磨面の 4 0 % 以下であることが好ましい。

【 0 0 2 2 】

図 4 は、本発明の他の実施形態を示す平面図である。本実施形態においては、ターンテーブル 1 の切欠き 1 a は、2 個形成されており、検出時間の間隔を図 2 に示す例の 1 / 2 に短くすることができる。なお、切欠き 1 a の個数は 3 個以上であってもよい。

図 1 乃至図 4 に示す実施の形態においては、膜厚検出器 1 0 に隣接して洗浄液を供給するノズルが設置されており、膜厚検出器 1 0 が研磨砥液で汚れた場合に洗浄できるようになっている。ノズルから膜厚検出器 1 0 への洗浄液の供給は、研磨中に連続的に行なってもよいし間欠的に行なってもよい。本実施形態によれば、ターンテーブルの外周部に比較的小さな切欠きを設けるだけでよいため、研磨砥液がターンテーブルから漏出しないようにする特別な対策は採る必要がなく、切欠き 1 a から落下した研磨砥液は、従来からターンテーブルの回りに設置されている樋（図示せず）によって受けることができる。

【 0 0 2 3 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、研磨中に、半導体基板上の被研磨面に形成された絶縁膜や金属膜の膜厚をリアルタイムで連続した計測値として検出できるとともに半導体基板の表面をターンテーブルから過剰にはみ出させる必要がない。

【 0 0 2 4 】

また本発明によれば、ターンテーブルの外周部に切欠きを形成するだけでよく、ターンテーブルの研磨面の主要部分（例えば、ターンテーブルの中心部と外周部との間の中間位置）に光学式測定器の光が通過するための貫通孔を形成する必

要がない。したがって、光学式測定器を設置することに伴う研磨性能の低下を最小限に抑えることができるとともに上記貫通孔を塞ぐためのガラス窓等の部材をターンテーブル上に設置する必要がない。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明のポリッシング装置の全体構成を示す縦断面図である。

【図 2】

本発明のポリッシング装置のターンテーブルの平面図である。

【図 3】

研磨中における半導体ウエハの被研磨面の膜厚をモニターする方法を示す図である。

【図 4】

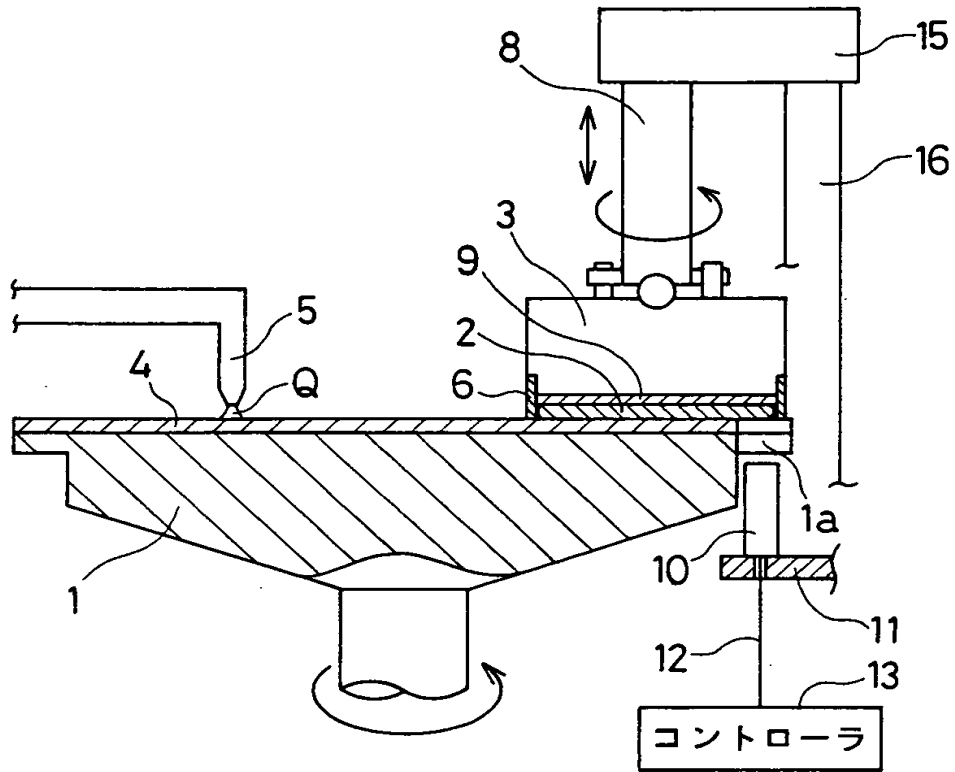
本発明の他の実施形態を示す平面図である。

【符号の説明】

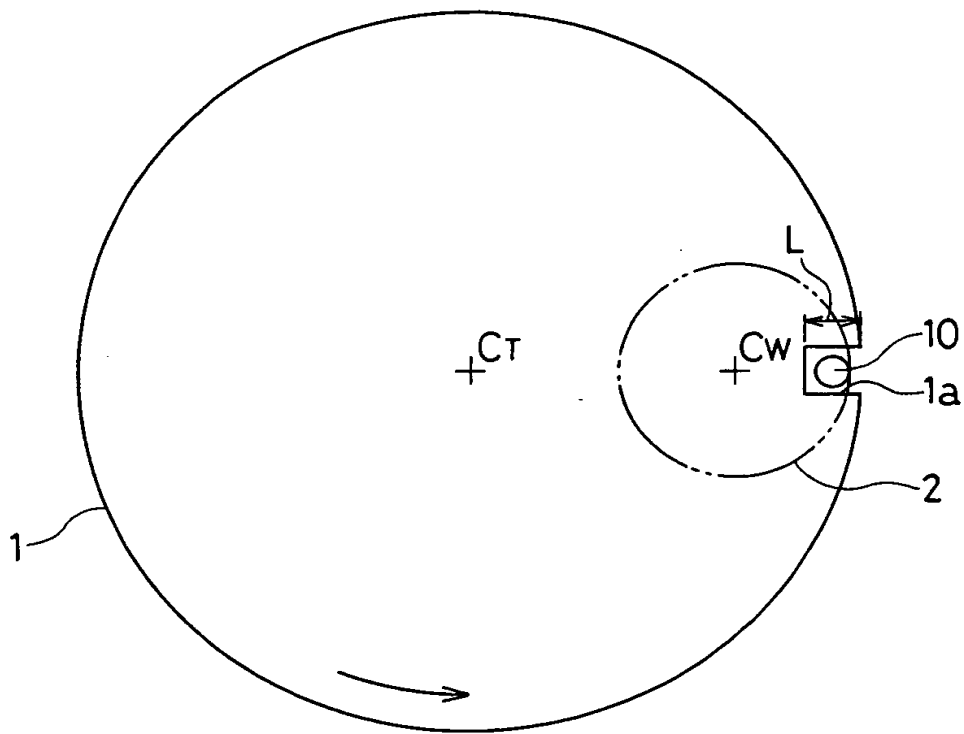
- 1 ターンテーブル
- 1 a 切欠き
- 2 半導体ウエハ
- 3 トップリング
- 4 研磨布
- 5 研磨砥液ノズル
- 6 ガイドリング
- 8 トップリングシャフト
- 9 弾性マット
- 1 0 膜厚測定器
- 1 1 固定部
- 1 2 配線
- 1 3 コントローラ
- 1 5 トップリングヘッド
- 1 6 支持軸

【書類名】 図面

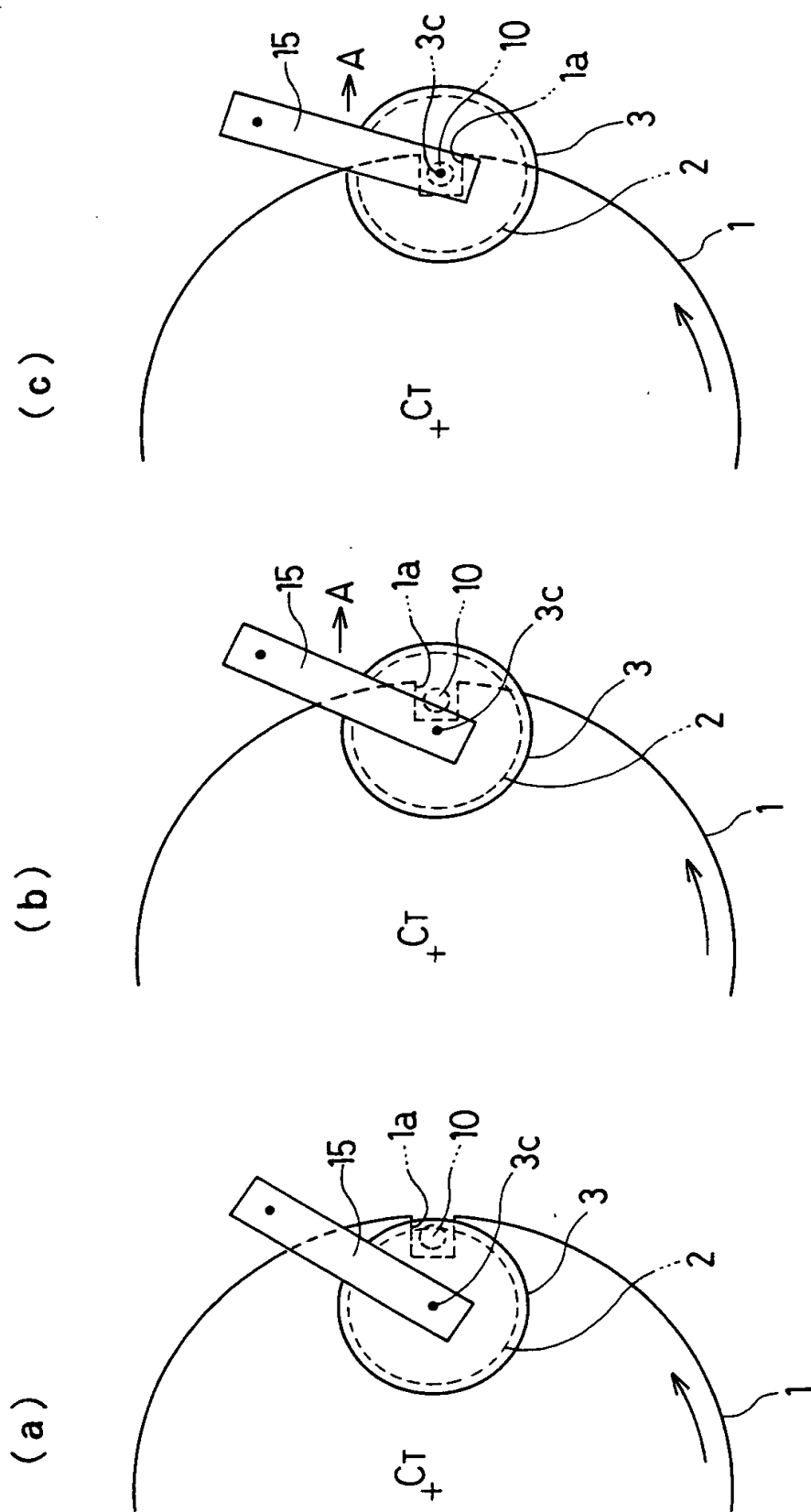
【図 1】



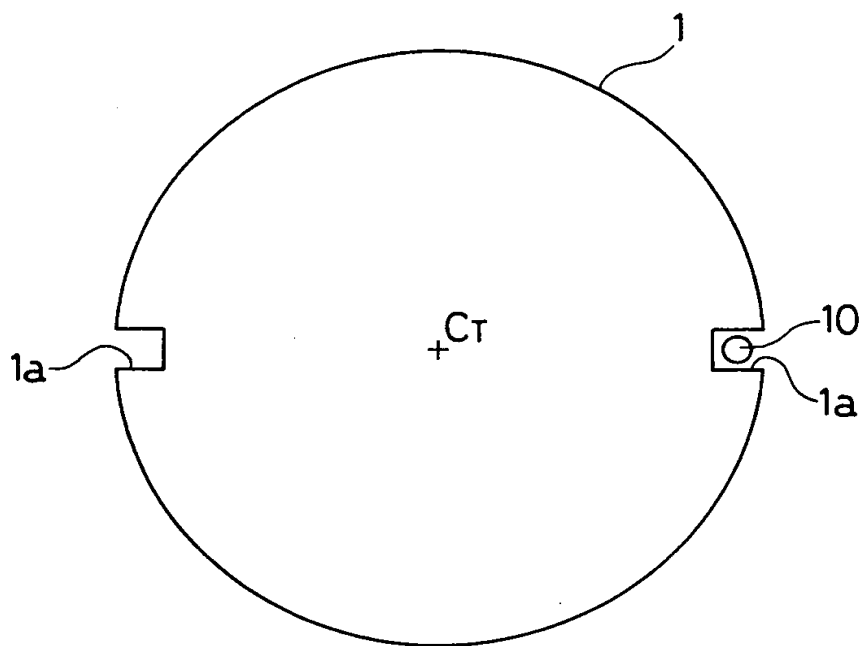
【図 2】



【図3】



【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 研磨中に、半導体基板上の被研磨面に形成された絶縁膜や金属膜の膜厚をリアルタイムで連続した計測値として検出できるとともに半導体基板の表面をターンテーブルから過剰にはみ出させる必要がないポリッシング装置を提供する。

【解決手段】 基板を保持するトップリング 3 と研磨面を有したターンテーブル 1 とを備え、基板上に半導体デバイスを形成した面を前記研磨面に摺接させて研磨するポリッシング装置において、前記ターンテーブル 1 の外周部近傍の下方に、前記基板の被研磨面に形成された膜の厚さを測定する光学式測定器 1 0 を設け、前記ターンテーブル 1 の外周部には少なくとも 1 カ所の切欠き 1 a を設け、前記ターンテーブル 1 の回転によって前記測定器 1 0 からの投光が前記切欠き 1 a を通過して基板の被研磨面に入射し、該被研磨面からの反射光が前記切欠き 1 a を通過して前記測定器 1 0 に入射するようにした。

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000239]

1. 変更年月日	1990年 8月31日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都大田区羽田旭町11番1号
氏 名	株式会社荏原製作所

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日	1990年 8月22日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
氏 名	株式会社東芝